

Оригинальная статья

Динамика ЭКГ-показателей у больных хронической тромбоэмболической легочной гипертензией после транслюминальной баллонной ангиопластики легочных артерий

М.Б. Карабашева[✉], Н.М. Данилов, О.В. Сагайдак, Ю.Г. Матчин, И.Е. Чазова

Институт клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России. Москва, Россия

[✉]madi.karabasheva@yandex.ru**Аннотация**

Актуальность. Хроническая тромбоэмболическая легочная гипертензия (ХТЭЛГ) – прекапиллярная форма легочной гипертензии, которая развивается вследствие обструкции легочных артерий тромботическими массами. Транслюминальная баллонная ангиопластика (ТЛА) – альтернативный метод лечения неоперабельной ХТЭЛГ, который продемонстрировал хорошие гемодинамические и клинические эффекты. В данной работе рассматривается динамика ЭКГ-показателей после ТЛА в отдаленном периоде.

Материалы и методы. В исследование включены 15 пациентов с неоперабельной ХТЭЛГ, которым оценивались показатели гемодинамики, функционального статуса и ЭКГ-показатели до ТЛА, непосредственно после и через 1 год.

Результаты. Отмечено значимое снижение всех важных гемодинамических показателей. Предикторами улучшения среднего давления в легочной артерии (ДЛА) были амплитуды зубцов S в отведении V₁ и R в отведении V₅. Ширина QRS-комплекса и амплитуда зубца P в отведении II были определены как достоверные факторы, влияющие на степень улучшения среднего ДЛА. Нормализация (<10 мм) суммы амплитуд зубцов R в отведении V₁ и S в отведении V₅ определены как предикторы более высокого функционального статуса пациента в отдаленном после ТЛА периоде.

Выводы. ТЛА – эффективный и в отдаленном периоде метод лечения больных с неоперабельной ХТЭЛГ. ЭКГ-критерии гипертрофии правого желудочка могут использоваться в качестве показателей эффективности ТЛА.

Ключевые слова: легочная гипертензия, электрокардиография, хроническая тромбоэмболическая легочная гипертензия, транслюминальная баллонная ангиопластика, тромбэндартерэктомия.

Для цитирования: Карабашева М.Б., Данилов Н.М., Сагайдак О.В. и др. Динамика ЭКГ-показателей у больных хронической тромбоэмболической легочной гипертензией после транслюминальной баллонной ангиопластики легочных артерий. Системные гипертензии. 2019; 16 (2): 28–31. DOI: 10.26442/2075082X.2019.2.190180

Dynamics of ECG indicators in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension after transluminal pulmonary balloon angioplasty

[Original Article]

Madina B. Karabasheva[✉], Nikolai M. Danilov, Olesia V. Sagaidak, Iurii G. Matchin, Irina E. Chazova

A.L. Myasnikov Institute of Clinical Cardiology, National Medical Research Center for Cardiology, Moscow, Russia

[✉]madi.karabasheva@yandex.ru

For citation: Karabasheva M.B., Danilov N.M., Sagaidak O.V. et al. Dynamics of ECG indicators in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension after transluminal pulmonary balloon angioplasty. Systemic Hypertension. 2019; 16 (2): 28–31.

DOI: 10.26442/2075082X.2019.2.190180

Abstract

Relevance. Chronic thromboembolic pulmonary hypertension is a precapillary form of pulmonary hypertension that develops as a result of the obstruction of the pulmonary arteries by thrombotic masses. Balloon pulmonary angioplasty is an alternative method of treatment of inoperable CTEPH that has demonstrated hemodynamic and clinical effects. In this study we evaluated the relationship between the improvement in hemodynamic and functional status and ECG in patients with CTEPH who underwent BPA treatment.

Materials and methods. In 15 patients with CTEPH, we examined the hemodynamic data before and 1 year after BPA. In addition, the sequential ECG findings for right ventricular hypertrophy (RVH) were assessed.

Results. There was a significant decrease in all important hemodynamic parameters. Predictors of the improvement in mean PAP were the amplitudes of the S waves in lead V₁ and R in lead V₅. The width of the QRS complex and the amplitude of the P wave in lead II were identified as significant factors influencing the degree of improvement in the mean PAP. Normalization (<10 mm) of the sum of the amplitudes of the R waves in lead V₁ and S in lead V₅ are defined as predictors of a higher functional status of the patient in the period after TLA.

Conclusion. BPA therapy is reduced pulmonary arterial pressure and improved patients functional status that associated with an improvement in the ECG findings related to RVH which can be used as indicators of the effectiveness of procedure.

Key words: pulmonary hypertension, electrocardiography, chronic thromboembolic pulmonary hypertension, transluminal balloon angioplasty, thrombendarterectomy.

Хроническая тромбоэмболическая легочная гипертензия (ХТЭЛГ) – прекапиллярная форма легочной гипертензии (ЛГ) [1], которая чаще всего является поздним осложнением острой тромбоэмболии легочной артерии (ТЭЛА). Обструкция ветвей легочной артерии тромботическими массами и вторичные изменения микроциркуляторного русла легких приводят к повышению легочного сосудистого сопротивления (ЛСС) и давления в легочной артерии (ДЛА), что приводит к гипертрофии, а затем дилатации правых камер сердца с развитием правожелудочковой сердечной недостаточности, которая определяет неблагоприятный прогноз у этой категории больных [2].

Особенностью ХТЭЛГ является то, что после успешного проведения операции двухсторонней тромбэндартерэктомии из ветвей легочной артерии в большинстве случаев удается нор-

мализовать гемодинамические параметры и функциональный статус. Однако, по данным международного регистра, только 63% пациентов с ХТЭЛГ признаются операбельными [3], оставшиеся 37% по решению междисциплинарной комиссии имеют неоперабельную форму. Чаще всего это больные с дистальным типом поражения легочных сосудов и/или с тяжелой сопутствующей патологией [4, 5].

Развитие эндоваскулярных методов лечения привело к появлению в 2001 г. нового метода лечения – транслюминальной баллонной ангиопластики легочных артерий (ТЛА). Результаты исследований демонстрируют, что ТЛА помимо улучшения показателей гемодинамики и функционального статуса пациентов приводит к улучшению функции правых отделов сердца, включая уменьшение конечно-систолического и конечно-диастолического объемов, увеличение фракции

выброса правого желудочка (ПЖ). Обратное ремоделирование миокарда ПЖ подтверждается данными эхокардиографии (ЭхоКГ), магнитно-резонансной томографии, снижением уровня мозгового натрийуретического пептида (BNP) [6]. Оценка степени обратного ремоделирования ПЖ на фоне медикаментозного лечения, а также после хирургического или эндоваскулярного методов лечения позволяет определять его эффективность. Также известно, что параметры, отражающие состояние правых камер сердца, включены в шкалу оценки риска летальности у больных с легочной артериальной гипертензией, что отражает значимость этих показателей.

Из всех имеющихся способов оценки состояния правых отделов сердца «золотым стандартом» остается катетеризация правых отделов сердца (КПОС), однако КПОС – это инвазивный, требующий специального оборудования и подготовленного персонала метод диагностики. В нескольких исследованиях была доказана эффективность и высокая чувствительность ЭхоКГ в оценке состояния правых отделов сердца [7–9], особенно при проведении исследования в 3D-режиме и «speckled tracking» [10].

На сегодняшний день самым доступным скрининговым методом исследования в руках врача любого звена остается электрокардиография (ЭКГ). ЭКГ-признаки гипертрофии миокарда ПЖ известны и широко используются как достаточно чувствительные и специфичные [11–13].

Цель работы – сравнить изменения гемодинамических параметров и функционального статуса с изменениями ЭКГ, отражающими состояние правых отделов сердца у пациентов с неоперабельной ХТЭЛГ, прошедших процедуру ТЛА, до и в отдаленном периоде (через 1 год) после вмешательства.

Материалы и методы

Исследование проводилось в отделе гипертонии ИКК им. А.Л. Мясникова ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России. Все пациенты дали письменное информированное согласие на включение в исследование. Были включены 15 пациентов (8 женщин и 7 мужчин) с установленным диагнозом неоперабельная ХТЭЛГ. Средний возраст пациентов составил $47,6 \pm 12,8$ года. Пациенты с полной блокадой правой ножки пучка Гиса и пациенты с фибрилляцией предсердий из исследования были исключены.

Основные характеристики включенных пациентов представлены в табл. 1.

Диагноз ХТЭЛГ был установлен согласно действующим рекомендациям, на основании данных КПОС, вентилиционно-перфузионной сцинтиграфии легких, мультиспиральной компьютерной ангиопульмонографии или инвазивной ангиопульмонографии, а также исключения других форм ЛГ. Показания для ТЛА были определены мультидисциплинарной комиссией в составе кардиолога, сердечно-сосудистого хирурга и специалиста по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению.

Катетеризация правых камер сердца и транслюминальная баллонная ангиопластика легочных артерий

Все включенные пациенты прошли стандартную процедуру КПОС с использованием катетера Свана–Ганца длиной 110 см диаметром 6F (Swan–Gantz CCO CEDV, Edwards Lifescience, Irvine, CA, США). Катетеризация проводилась перед первой ТЛА, через 1 мес после последней ТЛА и в отдаленном периоде – через 1 год после последней процедуры ТЛА. Сердечный выброс определялся непрямым методом Фика. Процедура ТЛА проводилась через медиальную подкожную вену (vena basilica), при диаметре вены более 2 мм и отсутствии аномального строения системы подкожных вен. Транслюминальная баллонная ангиопластика проводилась по методике Т. Ого (Япония) в условиях рентгеноперационной на аппарате Allura Xper FD-10 (Philips, Нидерланды). Непосредственно перед процедурой ТЛА всем больным выполнялась диагностическая КПОС с определением гемодинамических и расчетных показателей, выполнялась селективная ангиопульмонография. После завершения диагностического этапа в области веноз-

Таблица 1. Характеристики пациентов, включенных в исследование
Table 1. Characteristics of patients included in the study

Возраст, лет	47,6±12,8
Мужчины	7
Женщины	8
Рост, см	170,8±8,5
Вес, кг	79,7±16,2
Функциональный класс по NYHA I/II/III/IV	2,4±0,6 1/7/6/1
Тест 6-минутной ходьбы	372,4±140,3
Одышка по шкале Борга	2,9±1,3
САД, мм рт. ст.	115±12
ДАД, мм рт. ст.	72±13
Креатинин, ммоль/л	92,4±13,4
BNP	254,5±328,2
Препараты	
Стимуляторы растворимой гуанилатциклазы	1
Ингибиторы фосфодиэстеразы 5-го типа	5
Антагонисты рецепторов эндотелина	0
Простаноиды	0
Блокаторы кальциевых каналов	7
Диуретики	10
Новые оральные антикоагулянты	3
Антагонисты витамина К	12

Примечание. САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление.

Note. SAP – systolic arterial pressure; DAP – diastolic arterial pressure.

ного доступа короткий 6F интродьюсер заменялся на короткий интродьюсер диаметром 8F. Далее в ствол легочной артерии проводился длинный интродьюсер 90 см диаметром 6F, через который к устью пораженного сосуда проводился направляющий катетер. Далее по направляющему катетеру через пораженный участок проводился коронарный проводник с металлической оплеткой без полимерного покрытия 0,014 дюйма. Далее выполнялась серия поэтапных дилатаций зоны поражения баллонами разного диаметра, начиная с 2,0 мм с последующим поэтапным увеличением до 4–6 мм. Необходимый размер баллона определялся во время процедуры при помощи количественной ангиографии или при помощи внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ-катетер Eagle Eye® Platinum, Volcano Therapeutics, Inc., США). Всем пациентам было выполнено 6 процедур ТЛА.

Статистический анализ

Анализ данных проводился при помощи статистического пакета Wizarд 1.9.8. Использовались следующие статистические методы анализа: непараметрический критерий U Манна–Уитни, парный t-критерий, критерий χ^2 , непараметрические корреляции.

Корреляционную связь между выборками данных оценивали с уровнем значимости 95%.

Количественные данные представлены в виде среднего и стандартного отклонения – $M \pm SD$, бинарные (типа «имеется/отсутствует») переменные – в виде частот в абсолютных значениях и в процентах – n (%). Сравнение частот между группами пациентов выполнялось на основе критерия Chi-square. Надежность используемых статистических оценок принималась не менее 95%.

Электрокардиография

Всем пациентам проводилась стандартная 12-канальная ЭКГ на аппарате EASY ECG pocket. Калибровка аппарата 25 мм/с и 10 мм/мВ. Непосредственно перед процедурой ТЛА и в отдаленном периоде (через 1 год) по ЭКГ оценивались следующие показатели: амплитуды зубцов R и S в отведениях V₁, V₅ и V₆, амплитуда зубца P в отведении II, направленность и амплитуда

Таблица 2. Результаты гемодинамики до ТЛА и через 1 год после заключительной ТЛА

Table 2. Hemodynamics results before TPA and at 1 year following final TPA

Показатель	До ТЛА	Через 1 год после заключительной ТЛА	p
Систолическое ДЛА, мм рт. ст.	83,9±25,2	65,9±23,3	0,009
Среднее давление в правом предсердии, мм рт. ст.	7,5±3,3	9,4±3,8	>0,05
Среднее ДЛА, мм рт. ст.	48,6±13,6	37,6±11,8	0,011
Среднее давление заклинивания в ЛА, мм рт. ст.	10±3,3	10±3,8	>0,05
Сатурация артериальной крови, %	91,9±4,2	94,3±3,2	>0,05
Сатурация венозной крови, %	60,7±7,4	65±8,3	>0,05
Сердечный выброс, л/мин	4,1±0,9	4,81±1,4	>0,05
Сердечный индекс, л/мин/м ²	2,2±0,5	2,52±0,76	>0,05
ЛСС, динхс/см ⁵	855±375,8	553,1±210,7	0,014

Таблица 3. Достоверные корреляции

Table 4. Significant correlations

	R	p
ΔсрдДЛА		
ΔS в отведении V ₁	-0,716	0,003
ΔR в отведении avR	0,535	0,040
ΔR в отведении V ₅	-0,514	0,05
ΔQRS	-0,600	0,018
ΔP в отведении II	0,611	0,016
Изменения в функциональном статусе по классификации NYHA		
ΔЧСС	-0,550	0,034
ΔQRS	-0,574	0,025
Изменения BNP		
ΔP в отведении II	0,622	0,013
Изменения сердечного индекса		
ΔP в отведении II	0,6575	0,025
ΔS в отведении V ₅	0,583	0,023

уменьшилось с 7,5±3,3 до 6,6±2,7 мм рт. ст., сатурация артериальной крови увеличилась с 91,9±4,2 до 95,2±3,0%, сатурация венозной крови увеличилась с 60,7±7,4 до 64,8±5,8%, сердечный выброс увеличился с 4,1±0,9 до 4,32±1,0 л/мин, ЛСС снизилось с 855±375,8 до 526,9±243,7 динхс/см⁵).

Показатели гемодинамики по данным КПОС и ЭКГ-параметры сравнивались до ТЛА и через 1 год после заключительной процедуры ТЛА.

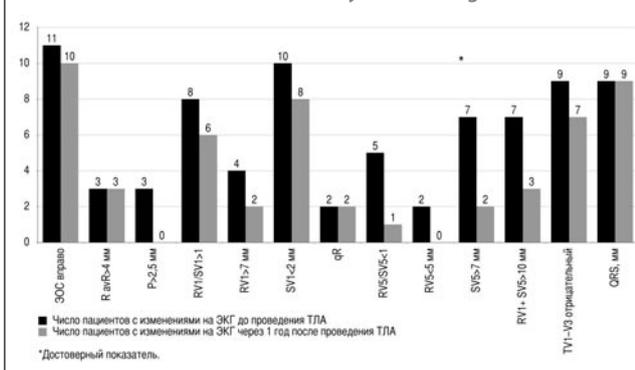
Результаты гемодинамики до ТЛА и через 1 год после заключительной ТЛА представлены в табл. 2. Необходимо отметить, что у 73% включенных пациентов среднее ДЛА превышало 40 мм рт. ст., что является проявлением тяжелого течения ЛГ. В отдаленном периоде достоверное улучшение наблюдалось в показателях систолического ДЛА, среднего ДЛА, ЛСС.

Таким образом, значимое улучшение среднего ДЛА сопровождалось уменьшением амплитуды зубца S в отведении V₁ и уменьшением амплитуды зубца R в отведении V₅. Также нормализация среднего ДЛА сопровождалась уменьшением ширины комплекса QRS и амплитуды зубца P в отведении II.

Изменения функционального статуса пациентов по классификации Нью-Йоркской кардиологической ассоциации (New York Heart Association – NYHA) коррелировали с уменьшением ЧСС и уменьшением ширины QRS-комплекса. А увеличение сердечного выброса, в свою очередь, сопровождалось уменьшением амплитуды зубца P в отведении II и зубца S в отведении V₅. Все выявленные достоверные корреляции представлены в табл. 3.

В отдаленном периоде (спустя 1 год после последней ТЛА) уменьшение суммы амплитуд зубцов R в V₁ и зубца S в V₅ были индикаторами более высокого функционального статуса. При разделении пациентов на группы, у которых не нормализовалась и нормализовалась сумма амплитуд зубцов R в V₁ и S в V₅, было показано, что у последних регистрируется достоверно большее снижение функционального класса по NYHA (p=0,040) и достоверно более низкая одышка по шкале Борга (p=0,038).

Динамика ЭКГ-показателей, характеризующих состояние правых камер сердца, до и через 1 год после завершающей ТЛА
Dynamics of ECG indicators that characterize a state of the right heart chambers before TPA and at 1 year following final TPA



зубца T в отведениях V₁, V₂ и V₃, а также частота сердечных сокращений (ЧСС) и направленность электрической оси сердца (ЭОС). Отдельно фиксировались показатели: амплитуда зубца P в отведении II (≥2,5 мВ), зубца R в отведении V₁ (≥7 мм), зубца S в отведении V₁ (≤2 мм), зубца R в отведении V₅ (≤5 мм), зубца S в отведении V₅ (≥7 мм), отношение R/S в отведении V₁ (≥1), отношение R/S в отведении V₅ (≤1), амплитуда R в отведении avR (>4 мм), сумма амплитуды зубца R в отведении V₁ и зубца S в отведении V₅ (≥10 мм). Все показатели были рассчитаны двумя независимыми врачами экспертами.

Результаты

Изучались показатели гемодинамики по данным КПОС до ТЛА, непосредственно после ТЛА и через 1 год. После ТЛА отмечалось значимое снижение всех важных гемодинамических показателей (среднее ДЛА уменьшилось с 48,6±13,6 до 32,8±9,9 мм рт. ст., среднее давление в правом предсердии

Обсуждение

ЭКГ представляет собой доступный метод оценки эффективности проводимого лечения как с экономической точки зрения, так и с точки зрения простоты использования. Критерии оценки поражения правых отделов сердца по ЭКГ известны, и их чувствительность и специфичность в настоящее время сомнений не вызывает.

По данным литературы, ЭКГ-критерии гипертрофии миокарда ПЖ у пациентов с ХТЭЛГ в виде отрицательного T в отведениях V₁–V₅, отрицательный зубец T в отведениях II, III, aVF, а также P-pulmonale и отклонение ЭОС вправо наблюдались с высокой частотой в 43%, 32%, 30% и 30% соответственно [13]. В данном исследовании отрицательный зубец T в отведении V₁–V₃ был выявлен у 60% пациентов.

Полученные данные демонстрируют тенденцию к нормализации всех ЭКГ-показателей, характеризующих состояние правых камер сердца, после лечения методом ТЛА. Однако, учитывая небольшую выборку, достоверным определена только амплитуда динамики показателя S в отведении V₅ менее 7 мм. На рисунке показана динамика ЭКГ-показателей, харак-

теризующих состояние правых камер сердца, до и через 1 год после завершающей ТЛА.

Известно, что по мере усугубления ЛГ у пациентов с ХТЭЛГ происходит прогрессирование гипертрофии миокарда ПЖ с последующей его дилатацией и развитием правожелудочковой сердечной недостаточности. Степень прогрессирования правожелудочковой недостаточности определяет прогноз у данной категории больных. В одном из исследований указывалось, что qR в отведении V₁ отражает степень дилатации ПЖ и степень напряжения межжелудочковой перегородки и является предиктором преждевременной смерти пациентов с легочной артериальной гипертензией [14]. В нашем исследовании qR в отведении V₁ была выявлена у двух пациентов, что сохранялось и в отдаленном периоде.

Среди показателей, характеризующих гипертрофию миокарда ПЖ, амплитуды зубцов R и S, а также отношение R/S в отведении V₁ являются наиболее специфичными [11]. В нашем исследовании изменение этих параметров наблюдалось практически более чем у 1/2 всех пациентов. Соотношение R/S в отведении V₁ равно 1 и более было обнаружено у 53% пациентов до проведения ТЛА и сохранялось в 46% случаев в отдаленном периоде. Еще в одном исследовании была отмечена достоверная связь между амплитудой зубца P в отведении II и улучшением ЛСС. Более того амплитуда зубца P в отведении II и ширина QRS-комплекса были определены как значимые показатели, определяющие эффективность проводимой терапии у пациентов с легочной артериальной гипертензией [15]. В нашем исследовании подобной связи выявить не удалось.

Заключение

Настоящее исследование является пилотным для изучения возможностей скрининговой оценки состояния правых камер сердца у больных с неоперабельной ХТЭЛГ после лечения методом ТЛА. По результатам исследования нами были выявлены закономерности, подтверждающие перспективу использования ЭКГ-параметров в качестве показателей эффективности ТЛА.

Предикторами улучшения среднего ДЛА были амплитуды зубцов S в отведении V₁ и R в отведении V₅. Также ширина QRS-комплекса и амплитуда зубца P в отведении II были определены как достоверные факторы, влияющие на степень улучшения среднего ДЛА. Нормализация (<10 мм) суммы амплитуд зубцов R в отведении V₁ и S в отведении V₅ была предиктором более высокого функционального статуса пациента в отдаленном после ТЛА периоде: более высокий функциональный класс по NYHA и менее выраженная одышка по шкале Борга.

Таким образом, 12-канальная ЭКГ является простым и в то же время достаточно информативным методом исследования, который доступен для врача любого звена. Вместе с тем для получения более точной информации необходимы дополнительные исследования на большем числе пациентов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests. The authors declare that there is not conflict of interests.

Литература/References

1. Чазова И.Е., Мартынюк Т.В. Клинические рекомендации по диагностике и лечению хронической тромбоэмболической легочной гипертензии. Терапевтический архив. 2016; 10: 63–72. [Chazova I.E., Martyniuk T.V. Klinicheskie rekomendatsii po diagnostike i lecheniiu khronicheskoi tromboembolicheskoi legochnoi gipertenzii. Therapeutic Archive. 2016; 10: 63–72 (in Russian).]
2. Delcroix M, Vonk Noordegraaf A, Fadel E et al. Vascular and right ventricular remodelling in chronic thromboembolic pulmonary hypertension. Eur Respir J 2013; 41: 224–32.
3. D'Armini AM, Morsolini M, Mattiucci G et al. Pulmonary endarterectomy for distal chronic thromboembolic pulmonary hypertension. J Thorac Cardiovasc Surg 2014; 148: 1005–1011.
4. Madani MM, Auger WR, Pretorius V et al. Pulmonary endarterectomy: Recent changes in a single institution's experience of more than 2,700 patients. Ann Thorac Surg 2012; 94: 97–103.
5. Pepke-Zaba J, Delcroix M, Lang I et al. Chronic thromboembolic pulmonary hypertension (CTEPH): Results from an international prospective registry. Circulation 2011; 124: 1973–81.
6. Fukui S, Ogo T, Morita Y et al. Right ventricular reverse remodelling after balloon pulmonary angioplasty. Eur Respir J 2014; 43: 1394–402.
7. Blanchard DG, Malouf PJ, Gurudevan SV et al. Utility of right ventricular Tei index in the noninvasive evaluation of chronic thromboembolic pulmonary hypertension before and after pulmonary thromboendarterectomy. JACC Cardiovasc Imaging 2009; 2: 143–9.
8. Tsugu T, Murata M, Kawakami T et al. Changes in right ventricular dysfunction after balloon pulmonary angioplasty in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension. Am J Cardiol 2016; 118: 1081–7.
9. Broch K, Murbaech K, Ragnarsson A et al. Echocardiographic evidence of right ventricular functional improvement after balloon pulmonary angioplasty in chronic thromboembolic pulmonary hypertension. J Heart Lung Transplant 2016; 35: 80–6.
10. Tsugu T, Murata M, Kawakami T et al. Significance of echocardiographic assessment for right ventricular function after balloon pulmonary angioplasty in patients with chronic thromboembolic induced pulmonary hypertension. Am J Cardiol 2015; 115: 256–61.
11. Naamani KA, Hijal T, Nguyen V et al. Predictive values of the electrocardiogram in diagnosing pulmonary hypertension. Int J Cardiol 2008; 127: 214–8.
12. Panchoy SB, Palamaner Subash Shantha G, Patel NK et al. Electrocardiogram-based scoring system for predicting secondary pulmonary hypertension: a cross-sectional study. JRSM Cardiovasc Dis 2014; 3: 2048004014547599.
13. Lewczuk J, Ajjan AW, Piszko P et al. Electrocardiographic signs of right ventricular overload in patients who underwent pulmonary embolism event(s). Are they useful in diagnosis of chronic thromboembolic pulmonary hypertension? J Electrocardiol 2004; 37: 219–25.
14. Waligora M, Kopec G, Jonas K et al. Mechanism and prognostic role of qR in V1 in patients with pulmonary arterial hypertension. J Electrocardiol 2017; 50: 476–83.
15. Henkens IR, Gan CT, Van Wolferen SA et al. ECG monitoring of treatment response in pulmonary arterial hypertension patients. Chest 2008; 134: 1250–7.

Информация об авторах / Information about the authors

Карabasheva Madina Borisovna – аспирант отд. гипертонии ИКК им. А.Л. Мясникова ФГБУ «НМИЦ кардиологии». E-mail: madi.karabasheva@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6734-4324>

Данилов Николай Михайлович – канд. мед. наук, ст. науч. сотр. отд. гипертонии ИКК им. А.Л. Мясникова ФГБУ «НМИЦ кардиологии». ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9853-9087>

Сагайдак Олеся Владимировна – канд. мед. наук, науч. сотр. отд. гипертонии ИКК им. А.Л. Мясникова ФГБУ «НМИЦ кардиологии». ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2534-8463>

Матчин Юрий Георгиевич – д-р мед. наук, рук. лаб. рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения в амбулаторных условиях ИКК им. А.Л. Мясникова ФГБУ «НМИЦ кардиологии». ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0200-852X>

Чазова Ирина Евгеньевна – акад. РАН, д-р мед. наук, проф., дир. ИКК им. А.Л. Мясникова ФГБУ «НМИЦ кардиологии». E-mail: c34h@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9822-4357>

Madina B. Karabasheva – Graduate Student, A.L. Myasnikov Institute of Clinical Cardiology, National Medical Research Center for Cardiology. E-mail: madi.karabasheva@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6734-4324>

Nikolai M. Danilov – Cand. Sci. (Med.), A.L. Myasnikov Institute of Clinical Cardiology, National Medical Research Center for Cardiology. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9853-9087>

Olesia V. Sagaidak – Cand. Sci. (Med.), A.L. Myasnikov Institute of Clinical Cardiology, National Medical Research Center for Cardiology. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2534-8463>

Iurii G. Matchin – D. Sci. (Med.), A.L. Myasnikov Institute of Clinical Cardiology, National Medical Research Center for Cardiology. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0200-852X>

Irina E. Chazova – Acad. RAS, D. Sci. (Med.), Full Prof., A.L. Myasnikov Institute of Clinical Cardiology, National Medical Research Center for Cardiology. E-mail: c34h@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9822-4357>

Статья поступила в редакцию / The article received: 11.01.2019

Статья принята к печати / The article approved for publication: 25.06.2019